Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 308 del 10 novembre 1980

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo I

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Lunedì, 10 novembre 1980 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI MENO I FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE DELLE LEGGI E DECRETI - CENTRALINO 65101
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI, 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 8508

DECRETO MINISTERIALE 2 agosto 1980.

Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali.

LEGGI E DECRETI

DECRETO MINISTERIALE 2 agosto 1980.

Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali.

IL MINISTRO DEI LAVORI PUBBLICI

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELL'INTERNO

Vista la legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

Ritenuto che, in forza dell'art. 1 della citata legge n. 64/1974, devono essere emanate norme tecniche per la disciplina delle costruzioni;

Visto il voto n. 12/78 con il quale il Consiglio superiore dei lavori pubblici (assemblea generale), nelle sedute del 20 gennaio 1978; 17 febbraio 1978, 17 marzo 1978, ha espresso il parere che la normativa tecnica relativa alla progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali, così come elaborata sia meritevole di approvazione, ed ha altresì espresso analogo parere per le relative istruzioni tecniche;

Vista la nota n. 13001/110 in data 16 luglio 1979, del Gabinetto del Ministro dell'interno;

Visto il voto n. 474, in data 15 novembre 1979, con il quale il Consiglio superiore dei lavori pubblici si esprime favorevolmente in merito alla richiesta del Ministero dell'interno;

Decreta:

Art. 1.

Sono approvate le norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali, formanti oggetto del voto del Consiglio superiore dei lavori pubblici n. 12/78, nonché del voto n. 474/79, e che risultano riportate in allegato al presente decreto, formandone parte integrante.

Art. 2.

Ai sensi dell'art. 32 della ripetuta legge 2 febbraio 1974, n. 64, dette norme entrano in vigore trenta giorni dopo la pubblicazione del presente decreto nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Art. 3.

Il Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici provvederà ad emanare con propria circolare e successivamente ad aggiornare all'occorrenza, le istruzioni tecniche per l'applicazione della normativa di cui al presente decreto.

Roma, addì 2 agosto 1980

Il Ministro dei lavori pubblici
COMPAGNA

Il Ministro dell'interno
ROGNONI

CRITERI GENERALI E PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DI PONTI STRADALI

1. INTRODUZIONE.

1.1. *Oggetto.*

Le presenti norme sono relative a quelle strutture che hanno la funzione di sostenere una piattaforma stradale quando questa, in conseguenza delle sue primarie esigenze plano-altimetriche, non può trovare diretto e continuo appoggio sul terreno, in relazione alla morfologia ed alla natura del terreno o per ostacoli da superare o per altri motivi.

Con il termine generico di « ponti » si intendono anche tutte quelle opere che, in relazione alle loro diverse destinazioni, vengono normalmente indicate con nomi particolari, quali: viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.

Le presenti norme, per quanto applicabili, riguardano i ponti anche mobili, ne restano esclusi i ponti ferroviari.

1.2. *Coordinamento con altre norme.*

Le presenti norme sono emanate in applicazione dall'art. 1 della legge 2 febbraio 1974, n. 64 « Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche »; esse sono pertanto in coordinamento con le altre norme di applicazione della stessa legge.

Le presenti norme sono inoltre coordinate con le norme tecniche emanate in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, relativa alle opere in cemento armato normale e precompresso ed alle strutture metalliche.

2. PRESCRIZIONI GENERALI.

2.1. *Geometria della sede stradale.*

S'intende per larghezza della sede stradale sul ponte la distanza misurata ortogonalmente all'asse stradale tra i punti più interni dei parapetti.

La sede stradale sul ponte è composta, di regola, da una o più carreggiate eventualmente divise da uno spartitraffico, da banchine o da marciapiedi secondo l'importanza, la funzione e le caratteristiche della strada.

2.2.

Nel caso di ponte su strada ordinaria l'altezza libera non deve essere minore di 5 metri, in alcun punto, tenuto conto delle pendenze della strada sottostante.

Nei casi di strada a traffico selezionato è ammesso, per motivi validi e comprovati, derogare da quanto sopra purché l'altezza minima non sia minore di 4 metri.

Eccezionalmente, ove l'esistenza di vincoli non eliminabili imponesse di scendere al di sotto della misura suddetta, si potrà realizzare un'altezza minima, in ogni caso non inferiore a m. 3,20 a condizione che in proposito esprimano il proprio parere favorevole i comandi militare e dei vigili del fuoco competenti per territorio.

In ogni caso in cui si deroghi dalla prescritta altezza minima di 5,00 metri, si debbono adottare opportuni dispositivi segnaletici di sicurezza (ad es. controsagome) disposti a conveniente distanza dall'opera.

Nel caso di sottopassaggi pedonali l'altezza libera non deve essere inferiore a m. 2,50.

2.3. *Problemi geologico-tecnici e geotecnici relativi alla progettazione ed all'esecuzione dell'opera.*

Nella progettazione e nell'esecuzione delle opere si devono applicare le « Norme geotecniche » di cui all'art. 1 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

2.4. *Problemi idraulici connessi con la progettazione e la esecuzione di ponti su corsi d'acqua.*

Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale il progetto di massima ed il progetto esecutivo devono essere corredati da una relazione specifica concernente i problemi idrologici, idrografici ed idraulici attinenti alla progettazione, alla costruzione ed all'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione o delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati alla natura del problema ed al grado di elaborazione del progetto.

3. AZIONI.

3.1.

Le azioni che devono essere considerate nella progettazione dei ponti stradali sono:

g_1 = peso proprio della struttura;
g_2 = carichi permanenti portati;
g_3 = altri carichi permanenti;
ε_1 = distorsioni di progetto (esclusa la precompressione);
ε_2 = ritiro del calcestruzzo;
ε_3 = variazioni termiche;
q_1 = carichi mobili;
q_2 = incremento dinamico dei carichi mobili;
q_3 = azioni longitudinali di frenamento;
q_4 = azione centrifuga;
q_5 = azione del vento;
q_6 = azioni sismiche;
q_7 = resistenza di attrito agli appoggi;
q_8 = azioni sui parapetti - urto di un autocarro in svio contro un elemento strutturale;
q_9 = altri carichi variabili.

La viscosità deve essere considerata consociata a quelle azioni per le quali dà effetti. A tal fine si devono seguire le prescrizioni delle vigenti norme emesse ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

3.2. *Carichi permanenti.*

3.2.1. Carichi corrispondenti ai pesi propri delle strutture: g_1.

3.2.2. Carichi permanenti portati: g_2 (pavimentazione stradale, marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili).

3.2.3. Altri carichi permanenti: g_3 (spinte delle terre sottospinte idrauliche, ecc.).

3.3. *Distorsioni* (*Azioni indirette*).

3.3.1. Distorsioni di progetto: ε_1.

Ai fini delle verifiche si devono considerare gli effetti delle distorsioni eventualmente previste nel progetto.

3.3.2. Ritiro e variazioni termiche: ε_2; ε_3.

Il calcolo degli effetti del ritiro del calcestruzzo e delle variazioni termiche deve essere effettuato secondo quanto prescritto dalle vigenti norme tecniche emanate ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e delle « Norme sulla sicurezza e sui carichi » al Cap. III.

3.4. *Carichi mobili.*

3.4.1. Devono essere presi in considerazione i seguenti carichi mobili.

q_{1A}) Colonna di carichi tipo *A*, rappresentata da un carico ripartito disposto, ai fini dei calcoli delle strutture principali, lungo l'asse di una corsia di ingombro.

L'intensità q_{1A} del carico, in t/m, si esprime in funzione della lunghezza L di calcolo, in m, nel modo seguente:

$q_{1A} = 2{,}89 + 52/L$ per $L \leq 40$ m;
$q_{1A} = 4{,}35 - L/250$ per $40 \leq L \leq 400$ m;
$q_{1A} = 2{,}75$ per $L > 400$ m.

q_{1B}) Colonna di carichi tipo *B*, rappresentata da un carico ripartito disposto, ai fini dei calcoli delle strutture principali, lungo l'asse di una corsia di ingombro.

L'intensità q_{1B} del carico ripartito, in t/m, si esprime in funzione della lunghezza L di calcolo, nel modo seguente:

$q_{1B} = 0{,}40 + 27/L$ per $L \leq 15$ m;
$q_{1B} = 2{,}23 - L/500$ per $15 \leq L \leq 400$ m;
$q_{1B} = 1{,}43$ per $L > 400$ m.

La lunghezza L che compare nelle espressioni di q_{1A} e q_{1B} è la lunghezza delle stese di carico che si prendono in esame, caso per caso, per le verifiche.

Quando si devono considerare più stese di carico tra loro distinte si dovrà procedere come segue: per la stesa di carico che fornisce il maggior contributo, si considera la intensità del carico relativo alla lunghezza di tale stesa; per tutte le altre stese di carico, si può valutare l'intensità del carico con riferimento alla lunghezza somma delle lunghezze parziali di tutte le stese.

q_{1C}) Traino a 3 assi da 55 t.

La disposizione degli assi, i carichi relativi e le dimensioni delle impronte sono indicate nello schema allegato.

q_{1D}) Autocarro a 3 assi da 31 t.

La disposizione degli assi, i carichi relativi e le dimensioni delle impronte sono indicate nello schema allegato.

q_{1E}) Carico di 1 t con impronta di m² $0{,}70 \times 0{,}70$.

q_{1F}) Folla.

Il carico della folla, uniformemente ripartito in superficie, è di 0,4 t/m².

3.4.2. Sulla base dei carichi mobili ammessi al transito, i ponti stradali si suddividono nelle tre seguenti categorie:

I categoria: ponti progettati per il transito di tutti i carichi mobili sopra indicati.

II categoria: ponti progettati per il transito dei carichi q_{1B}, q_{1D}, q_{1E}, q_{1F}.

III categoria: ponti progettati per il transito dei carichi q_{1E} e q_{1F} (passerelle pedonali).

3.4.2.1. Sul manufatto dovrà essere applicato un contrassegno permanente, chiaramente visibile, indicante la categoria e l'anno di costruzione. L'accesso ai ponti di III categoria deve essere materialmente impedito per ogni veicolo.

3.4.3. Il transito di carichi eccezionali, il cui peso, sia totale che per asse, ecceda quelli previsti per la relativa categoria di progettazione, dovrà essere autorizzato dall'Ente proprietario della strada, secondo le vigenti Norme sulla disciplina della circolazione stradale.

3.4.4. Disposizione dei carichi mobili al fine della determinazione delle condizioni di carico più gravoso.

3.4.4.1. Il numero della colonna di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di I e II categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a cm 20, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in m 3,50.

In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale non sia inferiore a 5 m o comunque, per essere la via in curva, non consenta l'affiancamento di due veicoli.

3.4.4.2. La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membrature o sezione considerata.

3.4.4.3. Per i ponti di I categoria si devono considerare:

— una colonna di carichi q_{1A};

— una colonna di carichi q_{1B};

— altre ulteriori colonne di carichi q_{1B}, compatibili con la larghezza della carreggiata secondo quanto sopra specificato, di intensità ridotta del 30%;

— carico q_{1F} sui marciapiedi.

Per i ponti di II categoria si devono considerare:

— due colonne di carichi q_{1B};

— altre ulteriori colonne di carichi q_{1B}, compatibili con la larghezza della carreggiata secondo quanto sopra specificato, di intensità ridotta del 30%;

— carico q_{1F} sui marciapiedi.

Quando diano luogo a condizioni di carico più gravoso si devono sostituire:

— alla colonna di carico q_{1A} il carico q_{1C} per i ponti di I categoria;

— ad una colonna di carico q_{1B} il carico q_{1D} per i ponti di II categoria.

Sui marciapiedi non protetti da sicurvia deve prevedersi la azione di una ruota posteriore del carico q_{1D} in svio.

Per i ponti di III categoria si considera il carico q_{1F} nelle disposizioni piu gravose per le singole verifiche.

3.4.4.4. Ai fini del calcolo delle strutture secondarie dello impalcato (solette, traversi, ecc.) si devono prevedere anche in considerazione nelle posizioni volta a volta più gravose:

— per i ponti di I e II categoria il carico q_{1D} anche in manovra;

— per i ponti di I categoria il transito del carico q_{1C};

— per i ponti di III categoria e per i marciapiedi la presenza del carico q_{1E} in alternativa al carico q_{1F}.

3.4.4.5. Nella determinazione delle combinazioni di carico di cui al punto 3.13. si indica come carico q_1 la disposizione dei carichi mobili q_{1A}, q_{1B}, q_{1C}, q_{1D}, q_{1E}, q_{1F} che, caso per caso, risulta più gravosa ai fini delle verifiche.

3.5. *Incremento dinamico dei carichi mobili dovuto ad azioni dinamiche:* q_2.

L'entità dei carichi mobili deve essere maggiorata per tener conto degli effetti dinamici. In mancanza di analisi più concrete che prendano in conto le caratteristiche dinamiche della struttura, nonché la velocità di progetto della strada, le caratteristiche delle sospensioni dei carichi e la rugosità del manto stradale, l'incremento q_2 e fornito da $q_2 = (\varnothing - 1)\ q_1$, ove $\varnothing$, coefficiente dinamico, ha la seguente espressione:

$$\varnothing = 1{,}4 - 0{,}002\ (g/q + 1)\ L \quad \text{con } \varnothing_{min} = 1$$

g/q rappresenta il rapporto tra il carico permanente ed il carico mobile di calcolo dell'elemento strutturale considerati espressi per unità di lunghezza; L è la lunghezza delle stese di carico presa in esame per la singola verifica.

3.6. *Azione longitudinale di frenamento*: q_3.

La forza di frenamento si assume agente nella direzione dell'asse della strada ed al livello della superficie stradale, con intensità pari ad 1/10 di una singola colonna di carico q_{1B}, escluso l'incremento dinamico; deve comunque risultare non inferiore al 25% del totale del carico q_{1D} che puó interessare la struttura.

3.7. *Azione centrifuga*: q_4.

Nei ponti sui quali la strada è in curva con raggio R (in metri) l'azione centrifuga per ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente pari a:

$$q = \frac{30}{R}\ \text{t/m per } R > 60 \text{ m;}$$

$$q = 0{,}5\ \text{t/m per } R \leq 60 \text{ m;}$$

Questa forza si considera agente all'altezza di 1 m dal piano viabile.

3.8. *Azione del vento*: q_5.

L'azione del vento deve essere valutata secondo quanto prescritto dalle «Norme sulla sicurezza e sui carichi», tenendo conto che l'altezza da considerare per la valutazione della distribuzione della pressione cinetica q deve essere valutata rispetto al fondovalle, assumendo comunque valori di detta pressione non inferiori ad 1,5 volte quelli indicati nelle suddette norme, con il limite massimo di 250 kg/mq.

Si dovrà, se del caso, considerare il vento spirante oltre che nella direzione normale all'asse del ponte, anche in direzioni oblique.

La superficie esposta al vento dei carichi transitanti sul ponte si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di m 3,00 a partire dal piano stradale.

I valori di cui alle norme sulla sicurezza e sui carichi devono essere opportunamente aumentati per località nelle quali l'orografia possa dar luogo ad azioni anormali.

Quando la tipologia del ponte lo richiede, l'azione del vento deve valutarsi caso per caso, tenendo presente l'influenza della forma, dell'orientamento e dello schermaggio. Inoltre, in tali casi, quando se ne ravvisi la necessità, si deve procedere alla verifica – eventualmente anche sperimentale – della sicurezza nei riguardi della stabilità aerodinamica.

3.9. *Azioni sismiche*: q_6.

Si deve tener conto degli effetti del sisma secondo quanto stabilito dalle «Norme per le costruzioni in zona sismica».

Si indica con q_6 l'azione sismica più sfavorevole, caso per caso, ai fini delle verifiche.

3.9.1. Fondazioni in zona sismica non collegate e spostamenti relativi.

Non si applicano ai ponti le prescrizioni del punto B. 10 comma secondo, capoverso *a*), del Decreto Ministeriale 3 marzo 1975 relativo alle costruzioni in zona sismica. Nel progetto si terrà conto di uno spostamento orizzontale tra strutture di fondazione contigue, sia per le verifiche di sicurezza che per il controllo degli spostamenti in relazione alle caratteristiche geo-morfologiche dei luoghi ed alla tipologia dell'opera.

3.10. *Resistenza di attrito agli appoggi*: q_7.

In presenza di appoggi scorrevoli, per il calcolo delle pile, delle spalle, delle fondazioni o degli apparecchi di appoggio stessi e, se del caso dell'impalcato, si devono considerare le forze che derivano dalla resistenza allo scorrimento.

Dette forze possono valutarsi per ciascun tipo di apparecchio di appoggio come opportune percentuali della reazione verticale dovuta ai carichi permanenti ed ai carichi mobili, escluso l'incremento dinamico.

3.11. *Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio*: q_8.

I parapetti, la cui altezza non potrà essere inferiore ad un metro, devono essere calcolati in base ad una spinta orizzontale di 0,12 t/m applicata al corrimano.

L'urto di un veicolo in svio contro un elemento strutturale deve essere tenuto in conto, quando possa verificarsi, con l'applicazione di una forza trasversale concentrata di 3,5 t all'altezza di 45 cm sul piano stradale ove può avvenire lo svio.

3.12. *Altri carichi variabili*: q_9.

Rientrano fra questi carichi gli effetti della corrente sulle pile in acqua, la pressione dei ghiacci, l'urto dei natanti, ecc.

Quando si debba tener conto di carichi accidentali q_9, se ne deve valutare l'entità di volta in volta sulla base di adeguata documentazione o facendo riferimento a norme specifiche.

3.13. *Combinazioni di carico.*

Le indicazioni del presente punto valgono per le strutture in elevazione. Per le strutture di fondazione si rinvia alle Norme Geotecniche.

Le combinazioni di carico da considerare nelle verifiche devono essere stabilite in modo da garantire la sicurezza secondo quanto prescritto dalle « Norme sulla sicurezza e sui carichi ». In ogni caso dovranno essere prese in conto le combinazioni di cui ai punti seguenti. In tali combinazioni con il termine g si indica l'insieme di tutti i carichi permanenti (g_1, g_2, g_3); con Σ l'insieme di tutte le azioni indirette (ε_1, ε_2, ε_3) e dei carichi variabili q_7, q_8, q_9 che, sulla base delle indicazioni sotto riportate (p.ti 3.13.1 - 3.13.3), devono, di volta in volta, essere associati a quelli esplicitamente indicati nelle formule di combinazione G.

3.13.1. Verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili. Le verifiche di sicurezza con il metodo delle tensioni ammissibili devono essere effettuate considerando almeno le seguenti combinazioni di carico:

$$G_{I} = g + q_5 + \Sigma;$$
$$G_{II} = g + q_1 + q_2 + 0{,}6\, q_5 + \Sigma;$$
$$G_{III} = g + q_1 + q_2 + q_3 + 0{,}5\, q_5 + \Sigma.$$

Per i ponti in curva si devono considerare inoltre le combinazioni:

$$G_{IV} = g + q_1 + q_2 + q_4 + 0{,}5\, q_5 + \Sigma;$$
$$G_{V} = g + q_1 + q_2 + 0{,}4\,(q_3 + q_4 + q_5) + \Sigma;$$

Per i ponti in zona sismica occorre inoltre considerare almeno la seguente combinazione:

$$G_{VI} = g + q_6 + \Sigma.$$

L'azione q_7 (resistenza di attrito agli appoggi) deve sempre essere associata alle azioni g o q che la producono.

La concomitanza delle azioni q_8 e q_9 con le altre deve essere analizzata caso per caso.

Le azioni indirette ε_1 e ε_2 devono essere associate a tutte le combinazioni di carico: le azioni indirette ε_3 si associano, di regola, alle sole combinazioni G_I e C_{II}.

3.13.2. Verifiche agli stati limite di esercizio.

Per le verifiche allo stato limite di fessurazione si considerano le seguenti combinazioni di carico:

$$G_{F\,I} = g + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + 0{,}3\, q_5;$$
$$G_{F\,II} = g + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \psi_1 (q_1 + q_2) + 0{,}18\, q_5;$$
$$G_{F\,III} = g + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \psi_2 (q_1 + q_2);$$

dove:

$$\psi_1 = 1 \text{ e } \psi_2 = 0{,}7$$

per solette, traversi e strutture principali di luce inferiore a metri 10;

$$\psi_1 = 0{,}40 + 0{,}74 \left(\frac{100 - L}{100}\right)^2 \text{ e}$$

$$\psi_2 = 0{,}25 + 0{,}556 \left(\frac{100 - L}{100}\right)^2$$

per strutture principali con luce di calcolo L compresa fra 10 e 100 metri;

$$\psi_1 = 0{,}4 \text{ e } \psi_2 = 0{,}25$$

per luci superiori a 100 metri.

Le verifiche agli altri stati limite di esercizio devono essere effettuate adottando le stesse combinazioni di carico indicate al punto 3.13.1.

3.13.3. Verifiche agli stati limite ultimi.

Le verifiche di stabilità agli stati limite ultimi devono essere effettuate considerando almeno le seguenti combinazioni di carico:

$$G_{U\,I} = 1{,}35\, g + 1{,}5\, q_5 + \Sigma_U;$$
$$G_{U\,II} = 1{,}35\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2) + 0{,}9\, q_5 + \Sigma_U.$$
$$G_{U\,III} = 1{,}35\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2 + q_3) + 0{,}75\, q_5 + \Sigma_U.$$

Per i ponti in curva si devono considerare inoltre le combinazioni:

$$G_{U\,IV} = 1{,}35\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2 + q_4) + 0{,}75\, q_5 + \Sigma_U;$$
$$G_{U\,V} = 1{,}35\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2) + 0{,}6\,(q_3 + q_4 + q_5) + \Sigma_U.$$

Quando i contributi delle azioni permanenti sono a favore della sicurezza in luogo delle espressioni sopraindicate devono essere adottate le seguenti:

$$G_{U\,I} = 0{,}9\, g + 1{,}5\, q_5 + \Sigma_U;$$
$$G_{U\,II} = 0{,}9\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2) + 0{,}9\, q_5 + \Sigma_U;$$
$$G_{U\,III} = 0{,}9\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2 + q_3) + 0{,}75\, q_5 + \Sigma_U;$$
$$G_{U\,IV} = 0{,}9\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2 + q_4) + 0{,}75\, q_5 + \Sigma_U;$$
$$G_{U\,V} = 0{,}9\, g + 1{,}5\,(q_1 + q_2) + 0{,}6\,(q_3 + q_4 + q_5)\, \Sigma_U.$$

Le azioni indirette ε_1 - ε_2 - ε_3, quando siano determinanti ai fini delle verifiche, devono essere affette dal moltiplicatore 1,2 oppure zero, secondo che agiscono a sfavore o a favore della sicurezza.

Le azioni q_7 devono essere sempre associate alle azioni che le producono con il moltiplicatore 1,5.

Le azioni q_8, aventi per lo più effetto su elementi strutturali locali, devono essere considerate, caso per caso, con il moltiplicatore 1,5.

I moltiplicatori da applicarsi alle eventuali azioni q_9 devono essere valutati caso per caso.

4. VERIFICHE DI SICUREZZA.

Le verifiche di sicurezza devono essere effettuate sulla base delle « Norme sulla sicurezza e sui carichi » e, per quanto riguarda le fondazioni, delle « Norme Geotecniche ».

Si deve inoltre applicare quanto prescritto dalle « Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche » emesse in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

In particolare devono essere effettuate le verifiche agli stati limite di fatica, di fessurazione e di deformazione.

4.1. *Verifiche allo stato limite ultimo di collasso ed al collasso incrementale.*

Per le verifiche allo stato limite ultimo di collasso per trasformazione della struttura in meccanismo ed al collasso incrementale si deve assicurare, con adeguati provvedimenti costruttivi, da menzionare nelle relazioni di calcolo, che le sezioni, le singole membrature e la struttura nel suo insieme, posseggano la duttilità necessaria a garantire l'applicabilità della metodologia di calcolo adottata.

4.2. *Verifica allo stato limite di fatica.*

Nelle verifiche di resistenza da effettuarsi con le combinazioni di carico che risultino determinanti tra quelle indicate al punto 3.13.1., si deve tener conto dell'influenza della fatica derivante

dall'azione ripetuta dei carichi variabili secondo le indicazioni delle « Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche », emesse in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086. In mancanza di dati più precisi, derivanti da una approfondita analisi della distribuzione statistica dei carichi, in relazione al previsto periodo di esercizio dell'opera, le verifiche devono essere effettuate per $2 \cdot 10^6$ cicli di carico sostituendo nei ponti di prima categoria i carichi q_{1A} e q_{1C} rispettivamente con q_{1B} e q_{1D}.

Salvo casi particolari, si possono trascurare gli effetti termici.

4.3. *Verifiche allo stato limite di fessurazione.*

Devono essere effettuate in base alle condizioni di carico indicate al punto 3.13.2.

Per le strutture in cemento armato ordinario, per le combinazioni di carico G_F I e G_F III, l'apertura delle fessure deve risultare inferiore a 0,1 mm in ambiente aggressivo, 0,2 mm in ambiente normale; per la combinazione di carico G_F II l'apertura delle fessure deve risultare inferiore rispettivamente a 0,2 e 0,3 mm.

Per le strutture in cemento armato precompresso, in considerazione della maggior sensibilità degli acciai alla corrosione, nelle combinazioni di carico G_F I e G_F III non si deve verificare decompressione in alcuna sezione; con la combinazione di carico G_F II l'apertura delle fessure deve risultare inferiore a 0,1 mm in ambiente aggressivo e 0,2 mm in ambiente normale.

4.4. *Verifiche allo stato limite di deformazione.*

Le deformazioni massime delle strutture (abbassamenti dell'impalcato, rotazioni flessionali dell'impalcato, rotazioni torsionali dell'impalcato) da valutarsi in base alle combinazioni di carico indicate nel punto 3.13.1., devono risultare compatibili con la geometria della struttura in relazione alle esigenze del traffico, nonché con i vincoli ed i dispositivi di giunto previsti in progetto. Esse pertanto non devono arrecare disturbo al transito dei carichi mobili alle velocità di progetto della strada. Nel calcolo delle deformazioni si dovrà tener conto dell'eventuale stato di fessurazione della struttura.

4.5. *Verifica alle azioni sismiche.*

Quando si adotti il metodo delle tensioni ammissibili, in conformità con quanto previsto dalle vigenti « Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche » Decreto Ministeriale 3 marzo 1975 in applicazione alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, si considera la combinazione di carico GVI di cui al punto 3.13.1.

Quando invece le analisi delle sollecitazioni provocate dalle azioni sismiche orizzontali e verticali siano eseguite, come anche esplicitamente previsto nelle norme suddette al secondo capoverso del paragrafo B. 1, con metodi più approfonditi fondati su un opportuno e motivato terremoto di progetto e su procedimenti di calcolo basati su ipotesi e risultati sperimentali chiaramente comprovati, le verifiche potranno essere effettuate con metodi coerenti con le ipotesi assunte.

4.6.

Le verifiche di sicurezza devono riguardare anche le singole fasi di costruzione dell'opera, comprese le eventuali centine e le altre attrezzature provvisionali previste per la realizzazione della opera.

5. Strutture portanti.

5.1. *Impalcato.*

Si denomina impalcato la struttura che sostiene direttamente il piano viabile.

5.1.1. Spessori minimi.

Gli spessori minimi degli elementi dell'impalcato devono essere fissati in base alle prescrizioni delle norme vigenti per i singoli tipi strutturali, tenendo conto dell'influenza dei fattori ambientali sulla durabilità dell'opera.

5.1.2. Strutture ad elementi prefabbricati.

Nelle strutture che sono realizzate interamente od in parte con elementi prefabbricati in cemento armato normale o precompresso, si deve provvedere affinché sia assicurata la compatibilità geometrica delle parti assemblate, tenendo anche conto delle tolleranze, al fine di evitare sovratensioni o danneggiamenti dovuti a difetti esecutivi o di montaggio.

Gli elementi di connessione tra le parti collegate devono essere conformati in modo da garantire la corretta trasmissione degli sforzi, tenuto conto anche delle ridistribuzioni lente che si verificano tra parti gettate o sottoposte a carico in tempi successivi.

5.2. *Pile.*

5.2.1. Spessori minimi.

Vale quanto indicato al punto 5.1.1.

5.2.2. Schematizzazione e calcolo.

Nella verifica delle pile snelle, particolare attenzione deve essere rivolta alla determinazione delle effettive condizioni di vincolo, specialmente per quel che riguarda le fondazioni.

Nelle pile con sezione scatolare la verifica alla instabilità riguarda sia la pila nel suo insieme, che il singolo elemento di parete.

Le pile devono essere verificate, in sommità, anche agli effetti delle azioni concentrate derivanti dagli apparecchi di appoggio.

Nel calcolo delle deformazioni si deve controllare che nelle situazioni più sfavorevoli (tenendo conto nelle pile alte anche della differenza di temperatura tra una faccia e l'altra) gli spostamenti massimi siano compatibili con quelli consentiti dagli apparecchi di appoggio.

5.3. *Spalle.*

Le spalle, oltre che costituire sostegno all'impalcato, devono assicurare il contenimento del terreno costituente il rilevato stradale in corrispondenza delle estremità del ponte.

5.4. *Fondazioni.*

Le fondazioni devono essere considerate parte integrante della struttura. Per esse si fa riferimento alle norme geotecniche.

6. Vincoli.

6.1.

I vincoli e gli apparecchi di appoggio devono essere tali da consentire tutti gli spostamenti previsti dal progetto, con adeguati margini di sicurezza. Le singole parti del vincolo e gli ancoraggi alle membrature collegate devono essere dimensionati in base alle forze vincolari trasmesse.

6.2. *Protezioni.*

Con opportuni provvedimenti si deve assicurare la protezione delle varie parti dei vincoli e degli apparecchi di appoggio al fine di assicurarne il regolare funzionamento per il previsto periodo di esercizio.

6.3. *Sostituzione.*

Gli appoggi e le strutture che attraverso essi si accoppiano, vanno progettati in modo che la revisione e la eventuale sostituzione degli appoggi stessi sia sempre possibile senza eccessiva difficoltà.

6.4. *Vincoli in zona sismica.*

Per i ponti in zona sismica, i vincoli devono essere progettati in modo che risultino idonei sia a trasmettere le sollecitazioni prodotte dal sisma, sia ad evitare sconnessioni degli elementi componenti il vincolo e la fuoriuscita dei vincoli dalle loro sedi, tenendo conto degli eventuali urti conseguenti al comportamento dinamico.

7. OPERE ACCESSORIE.

7.1. *Giunti.*

In corrispondenza delle interruzioni strutturali devono prevedersi dispositivi atti ad assicurare la continuità del piano viabile, limitando il più possibile le sollecitazioni alla struttura ed i disturbi al traffico derivati da tali interruzioni.

Di regola essi devono impedire che le acque meteoriche o di lavaggio possano percolare attraverso il giunto stesso; nel caso in cui ne sia invece previsto il passaggio attraverso il giunto, le acque devono essere raccolte immediatamente sotto di esso in apposita canaletta ed allontanate dalle strutture adiacenti.

7.2. *Pavimentazioni.*

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

7.3. *Impermeabilizzazione.*

Mediante opportuna impermeabilizzazione deve essere evitato che infiltrazioni di acqua possano recare danno ai materiali costituenti le strutture portanti dei ponti.

7.4. *Smaltimento delle acque piovane.*

Lo smaltimento delle acque piovane deve effettuarsi in modo da non arrecare danni o pregiudizio all'opera stessa, alla sicurezza del traffico nonché ad eventuali opere ed esercizi sottostanti.

7.5. *Ispezionabilità delle opere.*

In sede di progettazione ed esecuzione devono essere previsti provvedimenti costruttivi e dispositivi atti ad assicurare l'ispezionabilità delle varie parti dell'opera in maniera commisurata alla importanza dell'opera stessa.

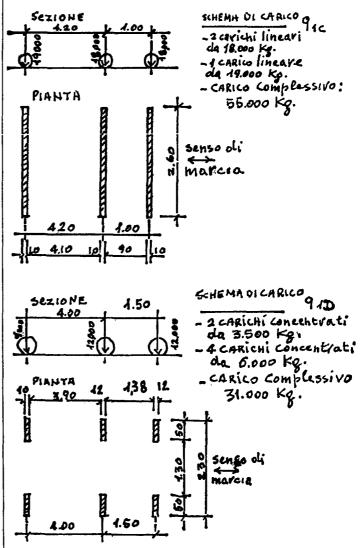
8. NORME DI ESECUZIONE E COLLAUDO.

8.1. *Esecuzione.*

Nel corso dell'esecuzione deve essere osservato quanto prescritto in merito dalle norme vigenti richiamate al punto 1.2. Particolare attenzione deve essere rivolta al controllo in corso d'opera della qualità dei materiali.

8.2. *Collaudo statico.*

I ponti non possono essere posti in esercizio prima che siano stati sottoposti a collaudo statico comprendente le prove di carico, che dovranno essere compiute secondo le prescrizioni, in quanto applicabili, delle norme tecniche emesse in applicazione della legge n. 1086 del 5 novembre 1971.

Solo per ponti di luce netta inferiore o eguale a m. 6,00, il collaudatore, a suo giudizio, potrà omettere le prove di carico, purché compia gli altri accertamenti e controlli di cui alle norme tecniche citate, comunque necessari per il collaudo statico delle opere d'arte.

(7562)

ERNESTO LUPO, *direttore* DINO EGIDIO MARTINA, *redattore*

(1651135/4) Roma - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.